

Energía y Climatización Artificial

por Renato Miranda I.

Presidente Comisión Protección Medio Ambiente C.Ch.C.

A continuación se reproduce una serie de notas que sirvieron como base, en un encuentro de profesionales del sector sobre Energía y Climatización con su impacto sobre el medio ambiente, para la discusión del tema.

Si bien el tema es interesante al plantear la relación entre energía y climatización artificial —una actividad básicamente consumidora de energía en todas sus formas y por tanto no deseable— debe identificarse mejor el contexto dentro del cual este consumo de energía se lleva a cabo y la participación de otros agentes complementarios tanto o más importantes que este como serían:

Calidad de la construcción terminada:

Calidad del diseño de la edificación.

Calidad del proceso constructivo.

Calidad de los materiales.

Impacto ambiental del proyecto:

Fuentes de energía consideradas.

Insumos ambientales.

Desechos ambientales.

Los objetivos de la climatización artificial:

Confort.

Procesos industriales.

Otros.

Tratar el tema fuera de este contexto podría llevarnos a concluir que sólo es un problema de mejor o peor uso de la energía en procesos de climatización artificial, lo que debe preocuparnos. En realidad, nos preocupa el uso, producción y ahorro de energía en todas sus formas y aplicadas a todos los procesos de transformación que tienen lugar.

El mejor sistema de climatización artificial, desde el punto de vista del ahorro de energía, es aquel que no se requiere. Esto puede lograrse, en determinados edificios con las técnicas apropiadas. Los edificios que no se van a climatizar **deben** estudiarse mejor, desde el punto de vista técnico y de ahorro de energía, que aquellos que sí llevarán estos sistemas.

Las fuentes de energía que usan las edificaciones

LA ENERGIA ELECTRICA

Producir energía eléctrica es caro y muy contaminante. En Chile se produce a partir de centrales hidráulicas (hidroeléctricas) o centrales térmicas (termoeléctricas) donde las primeras han ido ganando terreno: en 1988 se producía casi con la mitad de la energía en centrales térmicas; en 1992 casi la tercera parte.

Los costos de instalación de centrales de energía eléctrica varían entre 600 y 1500 dólares por Kw instalado y se requieren varios años desde que se inicie el proyecto hasta que se pone en servicio la planta, no sólo por razones de estudio o construcción sino por los procesos de aprobación, complicados por los graves efectos de contaminación ambiental de las centrales.

En otros países se utiliza la energía nuclear como combustible y, paradójicamente, son las plantas menos contaminantes en el proceso de producir electricidad pero altamente peligrosas por su potencial contaminante en caso de accidentes.

Como respuesta a los altos costos de construcción, los largos períodos entre concepción y servicio y la contaminación, se han desarrollado dos o tres disciplinas en torno al problema:

1. *Uso de Energía alternativas:*

- a. Energía solar térmica.
- b. Energía solar fotovoltaica.
- c. Energía geotérmica.
- d. Energía eólica.
- e. Energía oceánica.
- f. Energía proveniente de combustibles no tradicionales:
 - f1. quema de basuras y residuos sólidos.
 - f2. bagazo de vegetales.
 - f3. residuos de procesos industriales.
- g. Energía proveniente de maderas renovables (alcohol y leña, chips, etc.).

Debemos mencionar que las energías tradicionales, aparte de la hidráulica, provienen de los combustibles fósiles en forma de sólidos, líquidos o gases y sus derivados. (Carbón, petróleo, gasolinas, gas natural, gas licuado, etc.).

2. *Mejoras en el sector de producción de energía eléctrica:*

- a. Equipos y procesos tradicionales más eficientes.
- b. Menores pérdidas en actividades de transporte.
- c. Mejor gestión del proceso en su totalidad.
- d. Producción por cogeneración.
- e. Celdas de combustible.

Estas últimas prometen revolucionar completamente la forma tradicional de producción de energía por cuanto al producir electricidad y calor pueden alcanzar eficiencias de casi 90%, comparadas contra eficiencias del 35% en electricidad o 50 a 55% en cogeneración, y sin contaminación ambiental.

Actúan no por combustión sino por descomposición de gas en presencia de catalizadores.

Mejoras en el sector de la demanda de energía eléctrica:

Esto ha dado lugar a una nueva disciplina conocida por sus reglas D.M.S. (Demand Management) en inglés y que corresponden a "Administración del sector demanda" de energía eléctrica.

Dentro de este último sector es donde encaja el tema de "Energía y Climatización artificial".

Las técnicas desarrolladas son aplicables a edificaciones nuevas y también a las existentes, en muchos casos.

Partiendo de la base que el mejor Kw de energía utilizable es aquel que no se produce, se han buscado medios para llevar, con resultados sorprendentes, la eficiencia en el uso de la energía, con aplicaciones tales como:

Reemplazo de equipos eléctricos (incluyendo los de aire acondicionado) por otros a gas o petróleo, con bonificación de las empresas eléctricas a sus clientes.

Reemplazo de equipos eléctricos convencionales por otros con energías alternativas.

Desarrollo y aplicación de técnicas de iluminación en base a elementos más eficientes (fluorescentes) y a equipos de alta eficiencia con pantallas reflectoras diseñadas por computador.

Estos equipos son capaces de generar la misma cantidad de luz con la mitad del consumo, ahorrando en energía y en costo de operación y, muy importante, en la cantidad de calor generada en los espacios interiores y que debe retirarse por medio de los sistemas de aire acondicionado.

Desarrollo y aplicación de ballast electrónicos que mejoren aún más (hasta en un 20%) el comportamiento de las luminarias fluorescentes, tanto convencionales como de alta eficiencia.

Mejoramientos sorprendentes en la calidad y en los diseños de los vidrios, para que dejen pasar la luz solar pero dificulten el paso del calor solar.

Desarrollo de vidrios de uso industrial del tipo fotocromático que hasta ahora sólo se conocen en los lentes ópticos.

Desarrollo de vidrios del tipo electrocromático, donde, mediante una señal eléctrica manejada por computador se puede variar la cantidad de luz que dejan pasar los cristales de las fachadas a voluntad del usuario o en forma automática por celdas fotoeléctricas u otras señales. Algo que podríamos llamar "persiana electrónica".

Técnicas de fabricación de motores eléctricos de alta eficiencia (de tremendo impacto en los consumos eléctricos).

Aplicación de variadores de velocidad a través de variadores electrónicos de frecuencia con comandos computarizados para ajustar el gasto de energía a la demanda real, en forma permanente.

Otras técnicas similares.

Si consideramos el consumo de energía como un todo, es obvio que en una obra de construcción hay medidas elementales de gran impacto en el consumo y otras, cada vez más y más sofisticadas y caras, que habrá que evaluar en forma técnica y económica. Podría darse el caso hipotético pero ilustrativo en que al no tomarse las medidas básicas era innecesario tener en cuenta las más sofisticadas, por ejemplo:

No se debería poner calefacción a una casa que no tiene puestos los vidrios en las ventanas.

Tampoco a una que teniéndolos fueran tan mal construidas que dejan pasar el viento por todos lados.

Debemos concluir que antes de pensar en poner calefacción deberíamos asegurarnos que gastaremos el mínimo posible en ello, entonces será no sólo bueno sellar puertas y ventanas o ductos de chimeneas que no se usan, sino también asegurarnos que las paredes son herméticas (sellarlas), si hay suficiente aislación en el entretecho y en el piso o alrededor del perímetro de la casa y otras medidas similares.

En el aspecto proyecto los aleros serán de largo tal que no interfieran con el calentamiento solar en invierno y lo eliminen al máximo en verano; la casa estará bien orientada respecto al Norte y tendrá la masa adecuada para almacenar el calor diurno en invierno y el frío nocturno en verano; tal vez haya que ayudar a estos fenómenos naturales con algo de picardía en el diseño y la orientación y algunas técnicas especiales.

Los árboles frente a las ventanas en verano proveen sombra, privacidad al tenerlas abiertas y una menor temperatura por evaporación. Debe cuidarse que sean de hoja caduca para que dejan pasar el sol en el invierno.

Mezclando un buen diseño y una buena construcción podemos estar seguros de utilizar el mínimo de energía para calefaccionar nuestra casa. Debe tenerse en cuenta que en invierno se consume en calefacción la misma cantidad de combustible que se utiliza en el transporte en la ciudad de Santiago (aproximadamente 35% del total) y nadie habla de la eficiencia o de la contaminación proveniente de las viviendas calefaccionadas —salvo las que usan chimeneas abiertas—.

Otro aspecto importante en ahorro de energía, en mejora de la productividad y de la calidad en la construcción es la **estandarización** de los materiales. Este sólo factor tiene más influencia que ningún otro en el mejoramiento global de la calidad, el grado de contaminación producido por la actividad de la construcción y el ahorro de energía.

Por ejemplo, si se construye una población o un edificio con altura distinta de la de los materiales que se van a usar —2,25 m contra 2,40 m, por ejemplo— se está perdiendo un 6% del material y también un 6% de la energía gastada en su fabricación; llevado a grandes cantidades (poblaciones) esto significa botar la producción de un día completo de la fábrica a la basura de cada 17 días o en forma gruesa la producción de 3 días (media semana laboral) cada 2 meses.

Hay que considerar además el costo de cortar el material, de recogerlo, cargarlo en camión, pagar el camión y, finalmente, pagar por botar el escombro en un botadero. Muchas veces el impacto ambiental de la parte que se bota es mucho mayor que el impacto ambiental de fabricación de la parte que se utiliza.

Si los arquitectos deciden usar solamente los materiales en las dimensiones en que los productores las fabrican y estos ponen al servicio de ellos dos o tres medidas básicas el problema puede mitigarse bastante. Para esto los arquitectos deberían liberarse de las presiones de la Ordenanza junto a las presiones de sus clientes por una pseudo optimización económica y rentabilidades de las construcciones. Es probable que un estudio acabado demuestre que es más rentable tener todo estandarizado porque además de ahorrar energía contaminan menos y mejoran la calidad de terminación, se ahorra tiempo y mano de obra de montaje y este se especializa en trabajos repetitivos aumentando todo ello la productividad del factor trabajo.

Debe recalarse que si bien en algunos casos el material sobrante logra reciclarse la energía gastada de más no se recupera y la polución ambiental que cunde inútilmente no es reversible, por lo que el daño es enorme.

Lo ejemplificado para tabiques vale para todos los materiales incluyendo estandarización de ventanas y modulación de ellas para obtener distintas dimensiones.

Un ladrillo quebrado o trizado por mal manejo u otros materiales mal terminados

utilizables producen efectos similares en el consumo de energía inútil y la contaminación irreversible.

Por lo tanto, hay un vínculo muy fuerte entre energía, calidad, medio ambiente y estandarización.

En la parte del Aire Acondicionado referente a climatización artificial y energía son todos los fenómenos comentados anteriormente agravados por un consumo de energía desusadamente alto y un costo aún mayor.

El mejor aire acondicionado es el que no se instala porque ahorra costos de adquisición y costos de operación. Hay viviendas experimentales en USA que se diseñan con la ventilación y los materiales adecuados, haciendo uso de todas las técnicas pasivas de ahorro de energía e incluyendo, en las paredes, una cierta cantidad de compuestos químicos inertes que cambian de estado a temperatura ambiente y masas adecuadas de concreto en los pisos que no necesitan ni calefacción ni aire acondicionado y que varían de 2 a 3°C su temperatura interior en todo un año sin ayudas electromecánicas.

Para disminuir el consumo de energía eléctrica, a través del aire acondicionado, por el lado de la oferta o sector de la demanda, existen acciones pasivas y activas.

Entre las acciones pasivas destacan todas las mejoras que se pueden hacer en una edificación en relación a este punto y que son cientos de ellas, siendo las más comunes mejorar el grado de aislación de la paredes, poner vidrios reflectivos o dobles —dos vidrios— del tipo termopanel, controlar todas las entradas de aire, etc.

Entre las acciones activas está el manejar los volúmenes de aire y agua de acuerdo a la carga térmica del momento, regular la cantidad de ventilación de acuerdo al número de personas e instalar sistemas de manejo de energía, EMS, Energy Management Systems, los que mediante programas de computación especialmente diseñados, utilizan técnicas de operación que han revolucionado todo lo existente hasta el momento en esta materia, logrando ahorros que pagan la inversión en dos años y siguen prestando servicios al cliente en forma permanente por 20 o más años sin grandes costos propios por tratarse de sistemas electrónicos.

Energía y Climatización Artificial

Una vez agotadas las medidas de ahorro de energía relativas a la calidad de la construcción considerando su diseño, orientación, métodos de construcción, estandarización, calidad de los materiales, inspección técnica, regulación de los sistemas y otros al resto de las instalaciones podemos aplicar los conceptos de ahorro de energía al sistema de climatización apropiadamente tal y los principales serán:

Sistemas automatizados de Administración de Energía, EMS, Energy Management Systems, los que mediante el uso de sistemas digitales de control y el uso de computadores, con rutinas especiales de operación, que facilitan la comunicación del operador con el sistema, operar de manera inteligente el sistema de climatización artificial generalmente en compañía de los otros sistemas tales como sistemas de iluminación y fuerza eléctrica, control de accesos, sistemas de incendio, etc. Estos sistemas electromecánicos sean operados conjunta y coordinadamente por lo que se conoce como Building Automation System. Hoy en día el B.A.S. que hace uso de las mismas redes de cables de control de voz y datos

que el Sistema de Automatización de Oficinas, da lugar a los llamados Edificios Inteligentes, en un concepto amplio que hace un par de años no se conocía.

Las rutinas de ahorro de energía típica son:

- Accionamiento de luminarias por sectores.
- Ciclaje de equipos por criterios de demanda máxima.
- Ciclo óptimo de partida matutina.
- Free cooling.
- Límite de demanda eléctrica.
- Detección y detención de espacios desocupados.
- Otras rutinas menores.

- 2.- Utilización de motores eléctricos de alta eficiencia y variadores de frecuencia.
- 3.- Utilización de equipos de refrigeración de alta eficiencia con bajo consumo de energía por unidad térmica producida, a veces asistidos por energía solar y utilizando refrigerantes que no dañen la capa de ozono.
- 4.- Equipos intercambiadores de calor que aprovechen de calentar/enfriar el aire que ingresa al edificio utilizando el aire de extracción.
- 5.- Manejadoras de aire y ductos dimensionados en base al consumo total de energía versus el tiempo de operación, en lugar de parámetros fijados por la costumbre.
- 6.- Sistemas que hagan un uso óptimo de las condiciones ambientales naturales de cada lugar obteniendo el máximo de energía gratis dentro del edificio mismo.
- 7.- Sistemas de ventilación adecuados, del tipo desplazamiento que eviten los problemas asociados al "Edificio Enfermo" y no sean derrochadores de energía.
- 8.- Otras técnicas de ahorro de menor impacto y las que en definitiva requiere cada proyecto según su ampliación, como ser volumen variable de aire, volumen variable de agua, temperatura variable de agua, etc.

Los actores en los sistemas de Climatización Artificial

Hasta ahora muchos de los proyectos de Climatización Artificial o Aire Acondicionado eran hechos por los mismos instaladores de los equipos que a su vez son representantes de las grandes fábricas.

Es obvio que estos profesionales no pueden separar su interés comercial de sus obligaciones profesionales y se ven enfrentados al dilema de que recomiendan a sus clientes; con honrosas excepciones terminan vendiendo el equipo más convencional posible; el más barato desde el punto de vista de los costos de adquisición sin importarles el ahorro de energía —salvo como bandera de venta— y, en general, sin tener en cuenta ninguno de los

ceptos que hemos enumerado, alejados del equipo de profesionales del proyecto, sin contacto con el arquitecto o el dueño del inmueble y sin aportar todas las ideas, en la etapa de diseño, orientadas a obtener el sistema de climatización más pequeño, lo más eficiente posible.

Por otro lado el criterio economicista con que todos los inversionistas asignan las propuestas hace muy difícil innovar en cuanto a nuevos sistemas que puedan tener un costo mayor inicialmente pero que a la larga, teniendo en cuenta 5 a 10 años de operación, son mucho más baratos.

Es necesaria una inspección técnica en las obras que le asegure al cliente que se está instalando lo que efectivamente compró y pagó, asimismo como las pruebas de capacidad y funcionamiento a todos los equipos que forman parte del sistema. Las pruebas de capacidad deben hacerse antes de instalar los equipos o venir certificadas, por laboratorios independientes, desde la fábrica en el extranjero.

Sin todas estas prácticas recomendadas el ahorro de energía, los edificios inteligentes y la protección del medio ambiente no pasarán de ser una declaración de buenas intenciones.

Es difícil imaginar a un proveedor/instalador recomendando al arquitecto todas las medidas necesarias para eliminar la necesidad de aire acondicionado; no es difícil imaginarlo mismo en un proyectista independiente; es lo que uno espera.

Medidas pasivas (en el edificio) tendientes a disminuir el uso de energía en las viviendas:

- Promover ganancias solares (invierno).
- Minimizar conducción de calor (invierno y verano).
- Minimizar infiltración (invierno y verano).
- Minimizar ganancia solar (verano).
- Promover ventilación (verano).
- Promover enfriamiento radiante (verano).
- Promover enfriamiento evaporativo (verano).
- Promover enfriamiento por conducción (verano).

Conceptos orientados al tratamiento pasivo:

- Cortavientos (invierno).
- Uso de agua y plantas (verano).
- Espacios interiores y exteriores (todo el año).
- Edificación semi enterrada (todo el año).
- Murallas solares y ventanas (invierno).
- Envoltente térmico aislado (invierno).
- Sombreamiento (verano).
- Ventilación natural (verano).

Maximizar el uso de agentes naturales para ahorro de energía

No hemos hablado de otros aspectos como son el estudio exacto del comportamiento climático en cada ciudad importante de Chile para poder cuantificar el número de veces que se produce cada fenómeno y diseñar la estrategia adecuada de combate.

A continuación veremos estas necesidades a partir de un estudio hecho para KANSAS CITY:

Estrategia de Diseño	Porcentaje del tiempo que se requiere aplicar
Calefacción total	64
Refrigeración total	18
Confort total	18
Deshumidificación	6
Humidificación	1
Restringir pérdidas por conducción	80
Restringir pérdidas por infiltración	65
Promover ganancia solar	64
Restringir ganancia solar	36
Promover ventilación	14
Promover enfriamiento evaporativo	8
Promover enfriamiento radiante	10
Uso de refrigeración mecánica	0
Uso de refrigeración mecánica por deshumidificación	2